

# CAPÍTULO 12

## **ANÁLISE SENSORIAL, ESTUDO DA COLORAÇÃO CARACTERÍSTICA E PERFIL DE AMINOÁCIDOS DA PÊRA PASSA DE VISEU**

Pedro Cunha, Sílvia M. Rocha, Ana C. Correia, Raquel  
Guiné, Manuel A. Coimbra

### **RESUMO**

A pêra de S. Bartolomeu (*Pyrus communis* L.) é um produto tradicional secado ao ar livre, de coloração castanho-avermelhada e propriedades elásticas únicas. Para substituir a secagem tradicional sem que as propriedades organolépticas sejam alteradas foram desenvolvidas duas estufas solares e um túnel de ar quente. Os resultados da análise sensorial mostraram que as estufas solares possuem a capacidade de substituir a secagem tradicional. A secagem em túnel produziu, no entanto, um produto sensorialmente aceitável em todos os parâmetros excepto na cor creme que apresentou. De maneira a estudar as diferenças verificadas na coloração do produto secado em túnel em relação aos restantes foi realizado o estudo do desenvolvimento da coloração característica. Este estudo permitiu simular este processo em laboratório conjugando factores como o pH, a temperatura e a humidade. A ocorrência de reacções de Maillard durante a secagem surgiu como hipótese, tendo-se verificado que os níveis mais elevados de compostos diagnóstico da ocorrência de reacções de Maillard foram detectados para as peras tradicionais, enquanto que as peras secadas em túnel apresentaram os níveis inferiores. Assim, é possível afirmar que a secagem da pêra de S. Bartolomeu promove a ocorrência de reacções de Maillard e que estas reacções podem contribuir para a coloração característica do produto. Foram também realizadas análises de aminoácidos para estudar o efeito da secagem no perfil de aminoácidos dos frutos. Os resultados mostraram que a secagem não afectou significativamente o perfil em aminoácidos constituintes das proteínas, mas afectou o perfil de aminoácidos livres, promovendo o aumento do teor em prolina. Os aminoácidos essenciais Ile (10%), Val (7%), Lys (6%), Thr (4%) e Phe (3%) mostram que a Pêra Passa de Viseu é uma fonte de alguns aminoácidos com valor nutricional.

### **1. ANÁLISE SENSORIAL**

Os programas de análise sensorial foram aplicados aos produtos da secagem de 2008 e de 2009. Numa primeira fase, foram usadas metodologias de análise sensorial com o objectivo de avaliar se as peras secadas pelo processo tradicional e as resultantes de processos alternativos (estufas solares e túnel de ar quente) são ou não diferenciáveis entre si, sob o ponto de vista sensorial. Como se detectaram diferenças, numa segunda fase, estabeleceu-se o perfil

sensorial das peras resultantes dos diferentes processos de secagem, tendo-se dado especial destaque aos atributos sensoriais relacionados com a qualidade do produto final (cor, sabor e textura).

### 1.1 Diferenciação das peras resultantes dos diferentes processos de secagem

A avaliação da possível diferenciação entre as peras resultantes dos diferentes processos de secagem foi realizada por recurso a testes triângulares, usando um painel de 10 provadores. Este estudo foi realizado em dois anos consecutivos envolvendo as amostras das colheitas de 2008 e 2009. Os atributos estudados nesta fase foram a cor, sabor e textura. Para o estudo mais aprofundado relativamente ao atributo sabor, foram realizados testes de ordenação simples para avaliação da doçura e da adstringência na avaliação das amostras da colheita de 2008. No ano seguinte (amostras da colheita de 2009), a análise do atributo adstringência foi substituída pela análise do atributo acidez. Esta alteração resulta da análise dos dados de 2008, que indicou não se terem verificado diferenças significativas relacionadas com a adstringência das amostras e a acidez ter sido considerada pelo painel como sendo um atributo a explorar.

#### 1.1.1 Secagem de 2008

Os resultados do estudo da significância das diferenças detectadas pela análise sensorial realizada aos produtos secados da colheita de 2008 estão representados na Tabela 1. As diferenças detectadas são classificadas como não significativas ou significativas.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de análise sensorial aplicados às peras da secagem de 2008.

Metodologias de secagem	Cor	Sabor	Consistência na boca	Doçura	Adstringência
Tradicional vs ESAV	Não significativas	Não significativas	Não significativas	Significativas	Não significativas
Tradicional vs ESTV	Significativas	Significativas	Não significativas	Não significativas	Não significativas
Tradicional vs UC	Significativas	Significativas	Significativas	Significativas	Não significativas

Os resultados representados na Tabela 1 mostram que o método de secagem em estufa da ESAV produziu o produto mais semelhante ao produto tradicional, identificando-se diferenças significativas unicamente na doçura (menos doces), enquanto o método de secagem em túnel (UC) produziu o produto menos semelhante ao produto tradicional, com cor (sem coloração castanha-avermelhada),

doçura (menos doces) e consistência na boca (mais consistente) significativamente diferentes. O método de secagem em estufa da ESTV produziu um produto com cor e sabor significativamente diferentes do produto tradicional (sem coloração castanha-avermelhada e com sabor menos agradável), mas com doçura, adstringência e consistência na boca semelhantes. Em relação à capacidade das metodologias de secagem alternativas para substituir a secagem tradicional, concluiu-se que a estufa da ESAV possuía em 2008, capacidade para produzir um produto semelhante ao produto tradicional. O túnel da UC, por seu lado, encontrava-se distante deste objectivo, tendo produzido um produto diferente do produto tradicional. Para além disso, a secagem em estufa da ESTV precisava de ser optimizada de maneira a atingir este objectivo, ainda que em 2008 tenha produzido um produto com algumas características semelhantes ao produto tradicional.

### **1.1.2 Secagem de 2009**

Os resultados obtidos para a análise sensorial efectuada aos produtos secados da colheita de 2009 são apresentados na Tabela 2 como o resultado do estudo da significância das diferenças detectadas, classificadas como não significativas ou significativas.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de análise sensorial aplicados às peras da secagem de 2009.

<b>Metodologias de secagem</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Consistência na boca</b>	<b>Doçura</b>	<b>Acidez</b>
Tradicional vs ESAV	Não significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa
Tradicional vs ESTV	Não significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa
Tradicional vs UC	Significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa	Não significativa

Os resultados obtidos permitem verificar que as secagens alternativas produziram frutos secados com características muito próximas das do produto tradicional, sendo o único caso de diferença significativa detectado relativamente ao produto tradicional o referente à cor do produto secado na UC (coloração mais clara/esbranquiçada). Sendo assim, as estufas da ESAV e da ESTV mostraram melhoramentos em relação ao que se havia verificado em 2008, possuindo capacidade para produzir um produto sensorialmente muito semelhante ao produto tradicional, enquanto que o túnel da UC, ainda que tendo apresentado melhorias em relação à secagem do ano

anterior, continuou a produzir um produto de cor significativamente diferente da cor do produto tradicional, mas com os restantes atributos comparáveis aos do produto tradicional.

## **1.2. Análise sensorial descritiva quantitativa dos produtos secados**

A determinação descritiva quantitativa dos perfis sensoriais incidiu sobre os produtos secados resultantes da colheita de 2009. Esta determinação realizou-se usando provas descritivas quantitativas usando o tipo de teste “Free Choice Profiling” e um painel de 7 provadores não treinados, mas que haviam já participado em sessões de prova anteriores envolvendo os produtos em estudo.

Os resultados obtidos neste estudo são apresentados na Tabela 3 como os valores das médias das réplicas para cada atributo sensorial de cada produto analisado. Para a maioria dos casos, não se verificou muita oscilação entre os valores das diferentes réplicas. Contudo, para algumas amostras não se verificou consenso entre o painel. Este facto poderá estar relacionado com a heterogeneidade dos produtos analisados, facto este descrito já em sessões de prova realizadas anteriormente a estes produtos. Outro facto que não pode ser excluído é a reduzida aferição do painel não treinado, provocando diferentes percepções dos atributos e da intensidade destes. Para os casos em que se verificou alguma variação entre réplicas e/ou não se verificou consenso generalizado entre o painel, é assumido o valor da média, encontrando-se igualmente discriminado na Tabela 3 o intervalo correspondente a cada variação.

Os resultados foram também representados graficamente para uma mais fácil interpretação (Figura 1). Para uma melhor caracterização do perfil sensorial dos produtos secados em estudo, recorreu-se à conversão da escala numérica em termos descritivos. Assim sendo, e usando como exemplo o atributo sensorial da doçura, é possível definir: Nível 1 – Pouco doce; Nível 2 – Ligeiramente doce; Nível 3 - Razoavelmente doce; Nível 4 – Doce; Nível 5 – Muito doce. Este exemplo serve para a caracterização dos atributos sensoriais da uniformidade da cor, doçura, acidez, dureza e elasticidade. Para os restantes atributos (tonalidade da cor e apreciação global) as escalas definidas nas fichas de prova já contemplavam a descrição de cada nível pelos respectivos termos associados.

Os resultados indicam que o perfil sensorial do produto secado tradicionalmente é caracterizado pela coloração alaranjada uniforme, pelo sabor doce e razoavelmente ácido e pela textura elástica e dureza razoável. Por sua vez, verificou-se que os produtos secados em estufas na ESAV e ESTV possuem características sensoriais semelhantes entre si, como é o caso da coloração alaranjada razoavelmente uniforme, o sabor razoavelmente doce e a textura de dureza e elasticidade razoáveis. A única diferença entre estes produtos verifica-se na acidez, sendo de nível razoável e ligeiro, respectivamente. Verificou-se ainda que o produto secado em túnel na

UC é caracterizado pela coloração amarelada/creme uniforme, pelo sabor doce e ligeiramente ácido e pela textura de dureza e elasticidade razoáveis.

Tabela 3 – Resultados da avaliação de consenso realizada pelo painel para cada produto analisado.

Atributos		Tradicional		ESAV		ESTV		UC	
		Perfil	Comentários	Perfil	Comentários	Perfil	Comentários	Perfil	Comentários
Cor	Tonalidade	4	-----	4	Alguns frutos nível 3	4	Alguns frutos nível 5	2	----- -
	Uniformidade	4	-----	3	----- -	3	----- -	4	----- -
Sabor	Doçura	4	Variação nível 2 a 4	3	Variação nível 2 a 4	3	----- -	4	----- -
	Acidez	3	Variação nível 2 a 4	3	Variação nível 2 a 4	2	----- -	2	----- -
Textura	Dureza	3	-----	3	----- -	3	----- -	3	----- -
	Elasticidade	4	Alguns frutos nível 3	3	----- -	3	----- -	3	----- -
Apreciação global		4	-----	4	----- -	3	----- -	3	Alguns frutos nível 2

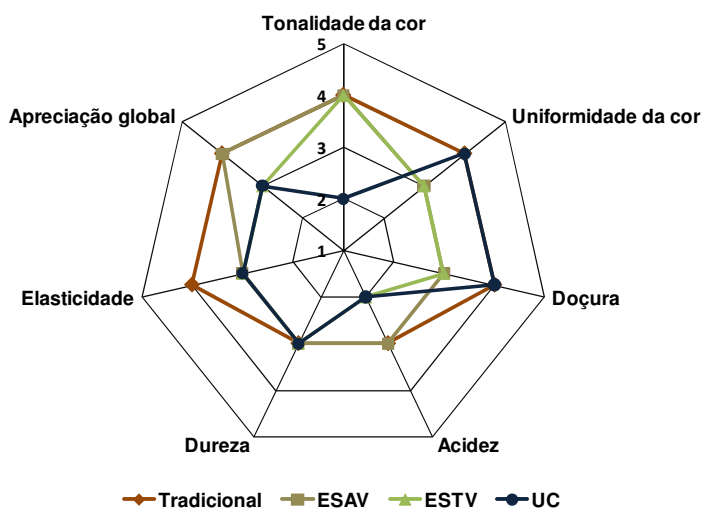


Figura 1: Representação gráfica dos perfis sensoriais determinados para cada um dos produtos analisados.

Comparando os perfis sensoriais das metodologias alternativas com o perfil sensorial do produto tradicional, verificou-se que os dois produtos secados em estufa (ESAV e ESTV) são os mais semelhantes, ao passo que o produto secado em túnel na UC possui o perfil sensorial menos semelhante, sendo a maior diferença verificada para a tonalidade da cor. Estes factos haviam sido descritos aquando da análise de diferenças realizada na primeira fase do estudo sensorial dos produtos secados.

## 2. ESTUDO DA COLORAÇÃO CARACTERÍSTICA

Para encontrar os factores que ajudassem a explicar o desenvolvimento da coloração característica do produto tradicional e a diferença na coloração no caso da secagem em túnel na UC, foram realizados vários ensaios em que se analisaram os espectros de UV-Vis em diferentes condições, estudou-se a influência na cor do pH, temperatura e humidade e foram analisados compostos diagnóstico de reacções de Maillard pela detecção de resíduos de furosina, carboximetil-lisina e carboxietil-lisina.

### 2.1. Espectros de UV-Vis

O estudo dos espectros de UV-Vis surgiu na sequência da necessidade de perceber de que maneira se poderia induzir a coloração característica do produto tradicional às peras secadas em túnel. Uma das hipóteses foi o uso de lâmpadas de tungsténio, com as quais se observou que a coloração castanha aumenta. Com vista a definir um comprimento de onda para o qual os frutos fossem sensíveis ao ponto de se desenvolver a coloração característica, os extractos de metanol e de acetona/água (4:6, v/v) das peras frescas,

secadas tradicionalmente e secadas em túnel foram analisados na gama do UV-Vis.

A análise dos espectros de absorção na gama do UV-Vis determinados revelou diferenças significativas entre as diferentes amostras a 260 nm e 300 nm, com maior absorvância para os produtos secados em relação aos frescos (resultados não mostrados). A diferença entre as peras secadas tradicionalmente, as secadas em túnel e as frescas ocorre a 340 nm, uma banda característica das antocianinas, possivelmente as moléculas responsáveis pela contribuição para a cor vermelha/acastanhada. Como por si só estas moléculas não explicam a cor das peras secadas tradicionalmente, foram analisados também alguns factores físico-químicos descritos na bibliografia como importantes para o desenvolvimento de reacções de acastanhamento não enzimático, como é o caso do pH, da temperatura e da humidade.

### **1.2. Influência do pH, temperatura e humidade**

Para testar a influência do pH, as peras frescas liofilizadas foram mergulhadas em soluções tampão em toda a gama da escala de pH, verificou-se que as peras escureceram progressivamente com o aumento do pH, tendo-se identificado o intervalo de pH 4-6 como sendo aquele em que se identificaram as maiores variações na cor. A pH 5 a coloração da pêra apresentou uma coloração muito semelhante à coloração alaranjada do produto tradicional (Figura 2).

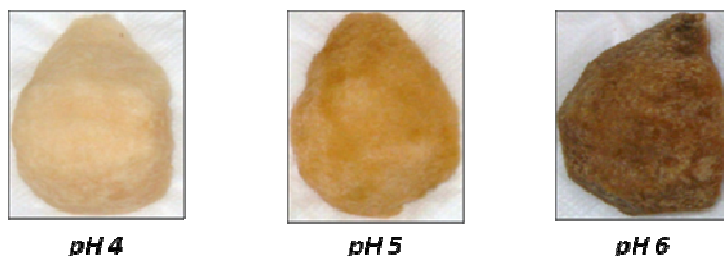


Figura 2 - Efeito da variação do pH no desenvolvimento da coloração em peras frescas liofilizadas.

Depois deste teste inicial procedeu-se à exploração do efeito do pH na gama de 4 a 6 com novos testes, reduzindo o efeito do mergulho permanente dos frutos das soluções mas introduzindo outros factores como a exposição solar. Os resultados destes testes mostram que a exposição solar conduz a um aumento da intensidade da coloração dos frutos frescos, mas o facto dos frutos terem sido colocados em frascos de plástico translúcidos fechados conduziu à condensação de água nas suas paredes, sendo posta a hipótese de que o efeito do aumento da temperatura e humidade poderem ser também factores importantes para a coloração dos frutos (Figura 3).

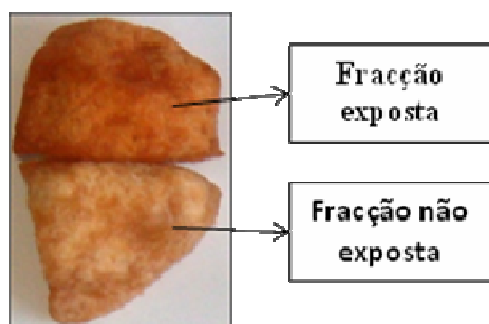


Figura 3 - Efeito da exposição solar no desenvolvimento da coloração em peras frescas liofilizadas.

Assim sendo, realizaram-se mais testes em estufa, a 30 e 50°C, com peras frescas liofilizadas que depois de embebidas numa solução tampão pH 5 foram cortadas em metades, tendo sido uma metade colocada em contacto directo com o ar quente e a restante metade colocada numa caixa de petri fechada para conservar a humidade. Os resultados mostraram que as metades de pêra que foram mantidas fechadas, conservando a humidade, apresentam colorações mais intensas e que essa intensidade aumenta com o aumento da temperatura (Figura 4).



Figura 4 - Efeito da humidade e da temperatura no desenvolvimento da coloração em peras frescas liofilizadas.

Estes resultados permitem concluir que o pH, a temperatura de secagem e a humidade das peras são parâmetros determinantes para o processo de desenvolvimento da coloração característica do produto tradicional.

### 2.3. Detecção dos resíduos de furosina, carboximetil-lisina e carboxietil-lisina

Do estudo da influência de factores como o pH, a temperatura e a humidade, surgiu a hipótese de que durante o processo de secagem tradicional ocorrem reacções de acastanhamento não enzimático como



as reacções de Maillard, descritas já largamente como resultado de reacções entre os açúcares e os aminoácidos a pH alcalino (ainda que já se tenham verificado estas reacções a pH neutro) e a temperaturas altas. Durante o processo de secagem tradicional existe um passo intermédio, designado por embarrelamento, que consiste em remover os frutos da exposição solar à hora de maior calor, colocá-los em cestos e de seguida “abafar” os frutos com recurso a mantas. Este passo intermédio pode ser decisivo na ocorrência deste tipo de reacções uma vez que promove o surgimento de temperaturas e humidades relativamente altas durante o tempo suficiente para promover mudanças na coloração.

Assim sendo, foi aplicada uma metodologia com vista à detecção e quantificação dos resíduos de furosina, carboximetil-lisina (CEL) e frutossil-lisina (CML), uma vez que estes são descritos na literatura como indicadores da ocorrência de reacções de Maillard. Este estudo foi realizado para os frutos da colheita de 2009, frescos (controlo da análise) e secados. Foi realizada uma hidrólise ácida (HCl 7,8 M, 24 h a 110 °C) do material proteico para a libertação dos resíduos de CML e CEL e para a conversão dos resíduos de frutossil-lisina em furosina. Os hidrolisados ácidos foram purificados por filtração e por passagem em cartucho C-18, e de seguida derivatizados por esterificação com isobutanol e por acilação com anidrido heptafluorobutírico. Depois de derivatizados foram analisados por GC-MS usando uma coluna DB1. A quantificação dos resíduos de CML e CEL foi realizada em conjunto devido à impossibilidade de separar estes dois compostos com a metodologia usada.

Em relação aos resultados, os resíduos de CML, de CEL e de furosina foram detectados e quantificados para o produto fresco e para todos os produtos secados. Foi já descrito na literatura (Charissou *et al.*, 2007; Fenaille *et al.*, 2006) que estes tipos de compostos podem ser formados pela degradação de açúcares e lípidos durante a hidrólise ácida. Como os frutos frescos não sofreram qualquer tipo de processamento, a ocorrência destes compostos será resultado de um artefacto da metodologia usada, nomeadamente durante a hidrólise ácida das amostras. Verificou-se que o teor de furosina e CML+CEL é mais elevado para os produtos secados. Assim, usando o produto fresco como controlo foi possível determinar o teor destes compostos resultante dos diferentes processamentos de secagem estudados (Figura 5).

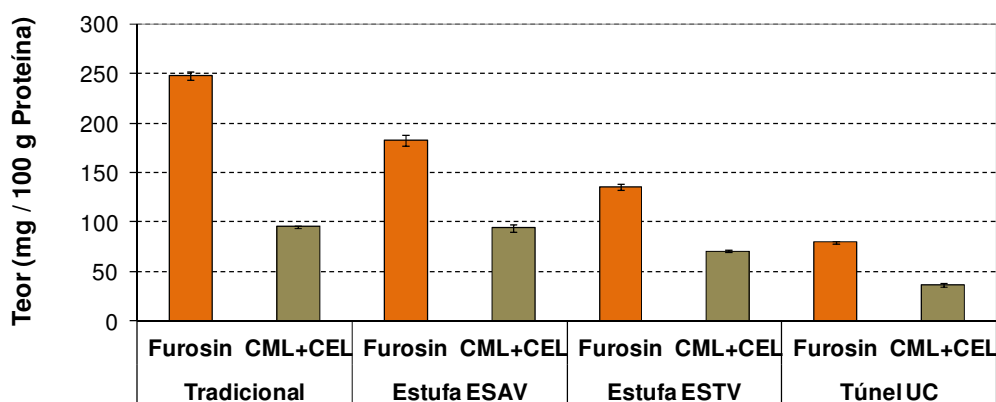


Figura 5 - Teor de furosina, CML e CEL nas amostras de pêras secadas.

Em relação à determinação dos níveis de furosina nos produtos secados, os resultados mostraram que os teores variam entre 247 e 80 mg por 100 g de proteína, detectados para as peras tradicionais e para as peras secadas em túnel, respectivamente. Para as peras secadas em estufa na ESAV e ESTV, a quantidade de furosina variam entre 182 e 136 mg 100 g<sup>-1</sup> proteína, respectivamente. A furosina é usada como indicador de qualidade em produtos lácteos, ovos, cereais para bebês, massas, produtos de tomate, soja, cevada, malte, mel, produtos derivados de carne e leite processados termicamente (Erbersdobler e Somoza, 2007; Rada-Mendoza *et al.*, 2002) mas nenhum dado relativo ao teor de furosina em frutos secos foi anteriormente relatado. Ainda assim, os teores de furosina detectados para as peras secadas são semelhantes aos descritos na literatura para produtos que haviam sofrido tratamento térmico de forma moderada, tais como produtos de leite UHT (Vallejo-Cordoba *et al.*, 2004; Van Renterghem e De Block, 1996) (35-269 mg por 100 g proteína), compotas e alimentos para crianças à base de frutos (Rada-Mendoza *et al.*, 2002) (44-448 mg por 100 g proteína), carne de bovino e salmão cozinhados (Charissou *et al.*, 2007) (100-200 mg por 100 g proteína).

Para a quantificação de CML + CEL nas peras secadas, os resultados indicam teores entre 96 e 37 mg por 100 g de proteína, detectados para as peras tradicionais e para as peras secadas em túnel, respectivamente. Para as peras secadas em estufa na ESAV e ESTV, a quantidade de furosina varia entre 94 e 71 mg por 100 g proteína, respectivamente. A CML é descrita na literatura como um indicador útil no estudo da ocorrência dos estados mais avançados das reações de Maillard em alimentos processados termicamente de forma severa (Charissou *et al.*, 2007), mas em relação aos teores de CEL não existem dados disponíveis. Assim sendo, os teores determinados para CML+CEL são, como esperado, superiores aos descritos na literatura para a CML mesmo em alimentos severamente processados termicamente, como o leite em pó esterilizado

(Erbersdobler e Somoza, 2007) (43-52 mg por 100 g proteína) e fórmulas infantis hipoalergénicas em pó (Fenaille *et al.*, 2006) (13-32 mg por 100 g proteína). Este facto deve-se à interferência do teor de CEL na quantificação da CML.

Em ambas as análises realizadas (furosina e CML+CEL), verifica-se uma tendência para a ocorrência de níveis mais elevados para as peras tradicionais e o conteúdo mais baixo para as peras secadas em túnel na UC, enquanto as peras secadas nas estufas possuem níveis intermédios. Este facto mostrou que a secagem tradicional é o processamento térmico mais severo e que a secagem realizada em túnel é o processamento térmico menos severo. Este facto pode explicar as diferenças observadas entre a cor das peras tradicionais (coloração castanha/avermelhada característica) e das peras secadas em túnel na UC (sem coloração castanha/avermelhada). No caso das peras secadas em estufas na ESAV e na ESTV, verifica-se a ocorrência da coloração característica. Estes resultados permitem afirmar que o processamento de secagem promove a ocorrência de reacções de Maillard nas peras de S. Bartolomeu e que no caso da secagem tradicional e das secagens em estufa este facto contribui para o desenvolvimento da coloração castanha/avermelhada das peras. Para a secagem em túnel (UC) é possível que o processamento não é suficientemente forte para garantir a ocorrência de reacções de Maillard nos estados mais avançados, quando a coloração castanha/avermelhada se desenvolve.

### **3. ANÁLISE DE AMINOÁCIDOS**

A análise de aminoácidos realizou-se na sequência do estudo da ocorrência de reacções de Maillard, uma vez que a quantificação dos resíduos de CML, de CEL e de furosina foi efectuada relativamente ao teor de lisina presente em cada uma das amostras. Outro objectivo para a realização desta análise foi o de estudar o efeito dos diferentes processos de secagem no perfil de aminoácidos dos frutos secados em relação ao fresco. Este estudo envolveu a análise do produto fresco, produto secado tradicionalmente, produtos secados em estufa (ESAV e ESTV) e produto secado em túnel (UC) obtidos de duas secagens realizadas em 2008 e 2009. No caso da secagem de 2008 não foram analisados os frutos secados em estufa na ESTV por falta de amostra.

O método de análise para a determinação dos aminoácidos totais foi semelhante ao efectuado na detecção dos resíduos indicadores da ocorrência de reacções de Maillard, mas a concentração do ácido clorídrico usado na hidrólise foi inferior (6 M) e os hidrolisados foram apenas filtrados e de seguida derivatizados. Para a determinação dos aminoácidos livres o procedimento foi o mesmo mas não se realizou a hidrólise ácida, uma vez que o objectivo era o de caracterizar a fracção não associada em proteínas.

Em relação aos resultados para as amostras da secagem de 2008, verificou-se alguma inconsistência dos resultados, possivelmente na

sequência de erros na manipulação dos frutos durante os processos de secagem, que terão levado à sua contaminação/degradação (Figura 6).

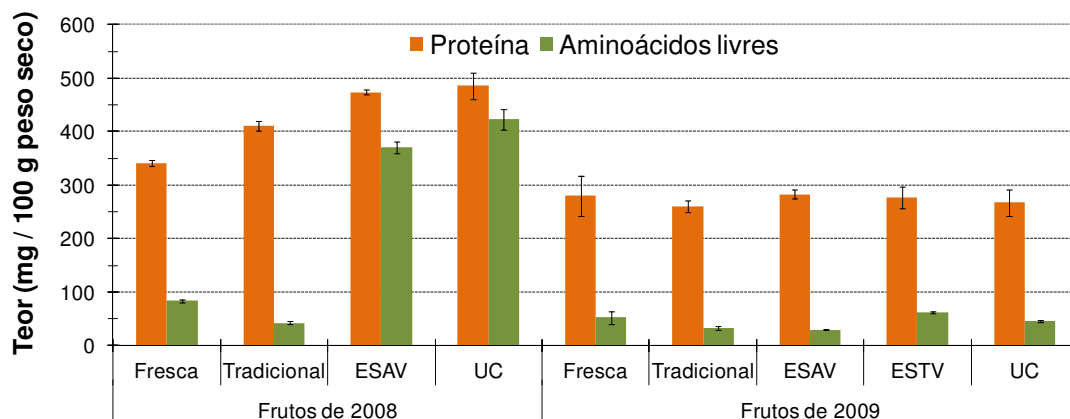


Figura 6 - Teor em proteína e em aminoácidos livres de peras frescas e secadas.

Em relação aos resultados obtidos para as amostras da secagem de 2009 os resultados são bem mais consistentes e permitem algumas conclusões. Em primeiro lugar, verificou-se que o teor de proteína determinado para o produto fresco é de  $280 \pm 11$  mg/100 g de peso seco, sendo que este valor está de acordo com o verificado na literatura (Pilipenko *et al.*, 1999) (231 mg/100 g de peso seco).

Os aminoácidos predominantes no material proteico de todas as amostras de pêra são: Glx (20%), Leu (18%) e Asx (13%), contrastando com os valores indicados na literatura que apresentam um valor de Asx mais elevado (35%) e valores de Glx (8%) e Leu (5%) mais baixos. Foram detectados ainda os aminoácidos essenciais Ile (10%), Val (7%), Lys (6%), Thr (4%) e Phe (3%) revelando que a pêra de S. Bartolomeu é uma fonte de aminoácidos com valor nutricional. Em relação aos perfis de aminoácidos do material proteico determinados para os produtos secados, os resultados encontram-se representados na Figura 7, usando como comparação com o perfil do produto fresco.

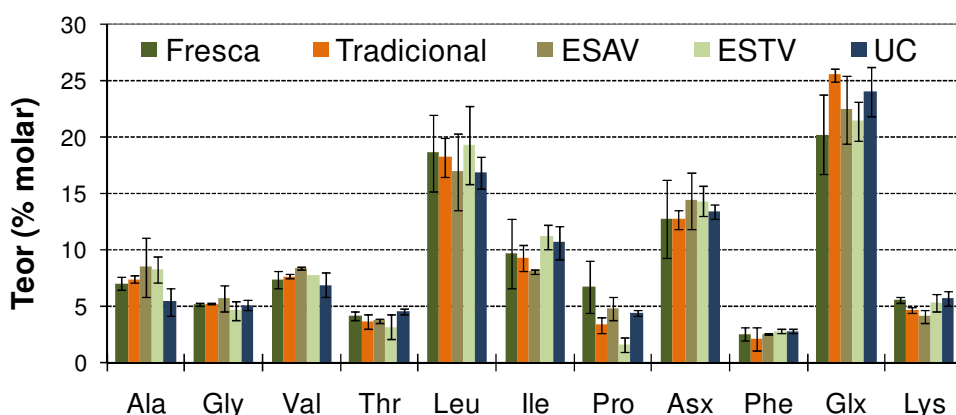


Figura 7 - Perfis de aminoácidos das proteínas do produto fresco e dos produtos secados.

Os resultados mostram que os perfis dos aminoácidos que compunham as proteínas são muito semelhantes ao do produto fresco, indicando que o processo de secagem não afectou estes parâmetros.

Em relação ao teor em aminoácidos livres, verificou-se um valor de  $52 \pm 11$  mg/100 g de peso seco para o produto fresco, representando 16% do valor total de aminoácidos. Os aminoácidos predominantemente detectados são o Glx (45%), o Asx (21%) e a Ala (13%) tendo sido ainda detectado o aminoácido essencial Val (8%). Estes resultados estão em conformidade com o descrito na literatura para pêra fresca (Pilipenko *et al.*, 1999) e para sumo de pêra (Van Gorsel *et al.*, 1992; Belitz *et al.*, 2004) onde o Asx é referido como sendo o aminoácido predominante. Os teores em aminoácidos livres determinados para os produtos secados tradicionalmente ( $32 \pm 3$  mg/100 g peso seco) e em estufa na ESAV ( $29 \pm 1$  mg/100 g de peso seco) são menores do que os determinados para o produto fresco, enquanto que para o caso dos produtos secados em túnel e em estufa na ESTV estes valores são semelhantes. Verificou-se ainda que todos os processos de secagem promovem o aumento do teor em Pro (3,6 mg/100 g no produto fresco para 6,2-29,6 mg/100 g de peso seco nos produtos secados). Embora não haja dados disponíveis na literatura em relação ao perfil de aminoácidos de peras secadas nem de frutos secados em geral, o alto teor de Pro livre foi descrito para sumo de pêra (Belitz *et al.*, 2004). Na verdade, o alto teor em Pro é descrito na literatura como uma resposta dos frutos a condições de stresse (Huxham *et al.*, 1999; José & Puigdomènech, 1993; Shirsat *et al.*, 1996), nomeadamente devido à modulação da expressão de glicoproteínas ricas em prolina (extensinas). A diminuição do teor de Glx e Ala está relacionada com a perda de alguns compostos com o processamento de secagem.

Desta caracterização a nível do perfil de aminoácidos, conclui-se que os diferentes processos de secagem não afectam o conteúdo em proteína mas afectam o perfil de aminoácidos livres.

#### **4. CONCLUSÃO**

Quanto à análise sensorial realizada aos produtos secados, conclui-se que as secagens em estufa desenvolvidas possuem capacidade para produzir Pêra Passa de Viseu, enquanto que a metodologia de secagem em túnel precisa ainda de optimização para aproximar a coloração do produto secado à coloração característica do produto tradicional. Atendendo às qualidades organolépticas da pêra assim processada, é de admitir que este produto possa também ter valor comercial mesmo sem ter a cor do produto tradicional.

Em relação ao estudo do processo de desenvolvimento da coloração característica da pêra passa, o trabalho realizado permitiu observar que o pH, a temperatura e a humidade são factores importantes neste processo, sendo que para pH 5, a 50°C e a uma humidade relativa de 100% é possível simular em laboratório o desenvolvimento da coloração característica da Pêra Passa de Viseu. No seguimento destes resultados, a ocorrência de reacções de Maillard durante os processos de secagem surgiu como hipótese. De facto, verificou-se a detecção dos compostos resultantes das reacções de Maillard em todos os tipos de peras secadas, sendo os níveis mais elevados detectados para as peras secadas tradicionalmente, enquanto as peras secadas no túnel de ar quente, que não possuem cor castanho-avermelhada, apresentam os valores inferiores. Estes resultados permitem concluir que a secagem da pêra de S. Bartolomeu promove a ocorrência de reacções de Maillard características de produtos processados termicamente que podem contribuir para a coloração característica do produto.

Em relação ao efeito da secagem no perfil de aminoácidos, conclui-se que os processos de secagem em estudo não afectam o conteúdo em proteína nem o seu perfil em aminoácidos, mas afectam o conteúdo em aminoácidos livres e o seu perfil, promovendo o aumento do teor em Pro. Os aminoácidos essenciais Ile, Val, Lys, Thr e Phe conferem a este produto valor nutricional.

Estes resultados permitem concluir que a coloração da pêra para produzir o produto tradicional não pode ser explicada por um único grupo de compostos mas pela conjugação de várias modificações ao nível dos compostos fenólicos, reacções de Maillard, reacções de acastanhamento e outras, potenciadas pelas condições adequadas de pH, temperatura e humidade a que a pêra é submetida. É possível aproximar os parâmetros sensoriais das peras obtidas em estufa e em secador àquelas que apresentam os frutos tradicionais por conjugação em laboratório e posteriormente na indústria destes factores.

## REFERÊNCIAS

- Belitz HD, Grosch W & Schieberle P (2005) *Fruits and fruit products*. Food Chemistry. Berlin: Springer-Verlag, 3<sup>rd</sup> Revised Edition.
- Charissou AL, Ait-Ameur & Birlouez-Aragon I (2007) Evaluation of a gas chromatography/mass spectrometry method for the quantification of carboxymethyllysine in food samples. *Journal of Chromatography A*, 1140, 189-194.
- Erbersdobler HF & Somoza V (2007) Forty years of furosine - Forty years of using Maillard reaction products as indicators of the nutritional quality of foods. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51, 423-430.
- Fenaille F, Parisod V, Visani P, Populaire S, Tabet J & Guy PA (2006) Modifications of milk constituents during processing: A preliminary benchmarking study. *International Dairy Journal*, 16, 728-739.
- Huxham IM, Jarvis MC, Shakespeare L, Dover CJ, Johnson D, Knox JP & Seymour GB (1999) Electron-energy-loss spectroscopic imaging of calcium and nitrogen in the cell walls of apple fruits. *Planta*, 208, 438-443.
- José M & Puigdomènech P (1993) Structure and expression of genes coding for structural proteins of the plant cell wall. *New Phytologist*, 125, 259-282.
- Pilipenko LN, Kalinkov AY & Spektor AV (1999) Amino acid composition of fruit in the manufacture of sedimentation-stabilized dispersed products. *Chemistry of Natural Compounds*, 35, 208-211.
- Rada-Mendoza M, Olano A & Villamiel M (2002) Furosine as Indicator of Maillard Reaction in Jams and Fruit-Based Infant Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4141-4145.
- Shirsat AH, Bell A, Spence J & Harris JN (1996) The Brassica napus extA extensin gene is expressed in regions of the plant subject to tensile stresses. *Planta*, 199, 618-624.
- Vallejo-Cordoba B, Mazorra-Manzano MA & González-Córdova AF (2004) New Capillary Electrophoresis Method for the Determination of Furosine in Dairy Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 5787-5790.
- Van Gorsel H, Li C, Kerbel EL, Smits M & Kader AA (1992) Compositional characterization of prune juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 784-789.
- Van Renterghem R & De Block J (1996) Furosine in consumption milk and milk powders. *International Dairy Journal*, 6, 371-382.